



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Diseño estructural de una edificación multifamiliar de 8 niveles  
empleando SAP 2000, Urbanización Covicorti-Trujillo, 2020.**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

**AUTORES:**

Cubas Frías, Néstor Alberto (ORCID: 0000-0002-1148-4544)

Rodriguez Castillo, Jorge Alonso (ORCID: 0000-0001-7144-7641)

**ASESOR:**

Mg. Cerna Rondón, Luis Aníbal (ORCID: 0000-0001-7643-7848)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**TRUJILLO – PERÚ**

2020

## Dedicatoria

A Dios y a mis padres que ayudaron a mantenerme firme y a no decaer durante este gran esfuerzo que comprendió mi carrera profesional como ingeniero civil.

Néstor Alberto Cubas Frías

Le dedico primeramente a Dios ya que estuvo en todo momento iluminando mi camino, así también a mi familia que me apoyo en todo el camino a ser ingeniero civil.

Jorge Alonso Rodriguez Castillo

### Agradecimiento

A la Universidad César Vallejo ya que nos ofreció el mejor centro de estudios para llegar a ser ingenieros civiles.

A nuestro asesor el Ing. Cerna Rondón, Luis Aníbal por su condicional apoyo el cual fue clave para concluir la presente tesis, ya que sin su sabiduría y conocimientos no hubiéramos culminado el presente proyecto.

## Índice de contenidos

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice de figuras.....	vii
Resumen .....	xii
Abstract.....	xiii
I. Introducción .....	1
II.Marco teórico .....	3
III.Metodología .....	18
3.1 Tipo y diseño de Investigación .....	18
3.2 Variables y Operacionalización .....	19
3.3 Población (criterios de selección), muestra, muestreo, unidad de análisis .....	19
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	19
3.5 Procedimientos. ....	20
3.6 Método de análisis de base de datos .....	21
3.7 Aspectos Éticos.....	21
IV. Resultados.....	22
V. Discusión .....	161
VI. Conclusiones .....	164
VII. Recomendaciones .....	165
Referencias.....	166
Anexos.....	178



## Índice de tablas

Tabla 1. Puntos para perfil longitudinal .....	23
Tabla 2. Contenido de Humedad de los estratos .....	28
Tabla 3. Análisis Granulométrico .....	29
Tabla 4. Límites de Attemberg .....	30
Tabla 5. Clasificación SUCS .....	30
Tabla 6. Clasificación AASHTO .....	31
Tabla 7. Composición de los estratos .....	31
Tabla 8. Ensayo de DPL .....	33
Tabla 9. Limitación del ensayo de DPL .....	33
Tabla 10. Capacidad portante .....	35
Tabla 11. Zonificación Residencial.....	36
Tabla 12. Área de Ambientes del 1 nivel.....	38
Tabla 13. Área de Ambientes del 2 al 8 nivel. ....	38
Tabla 14. Área Techada y Libre .....	39
Tabla 15. Cargas vivas mínimas .....	42
Tabla 16. Cálculo de columna Central .....	44
Tabla 17. Cálculo de columna excéntrica.....	45
Tabla 18. Cálculo de la columna Esquinera .....	47
Tabla 19. Categoría de edificación y factor “U” .....	52
Tabla 20. Factor de Suelo “S” .....	52
Tabla 21. Periodos “Tp” y “TL” .....	53
Tabla 22. Coeficiente de Reducción sísmica .....	54
Tabla 23. Metrado de Cargas .....	56
Tabla 24. Peso de la estructura .....	60
Tabla 25. Metrado de la Edificación .....	62

Tabla 26. Peso total de la edificación.....	67
Tabla 27. Resumen de elementos estructurales .....	67
Tabla 28. Centro de gravedad .....	90
Tabla 29. Fuerzas estáticas en X, Y .....	90
Tabla 30: Verificación de factor “R” .....	114
Tabla 31. Irregularidad torsional en el sentido X .....	115
Tabla 32. Regularidad torsional en el sentido Y .....	115
Tabla 33. Modos de vibración .....	117
Tabla 34. Desplazamientos de la estructura en X .....	118
Tabla 35. Derivas en el sentido X .....	118
Tabla 36. Desplazamientos de la estructura en Y-Y .....	119
Tabla 37. Derivas de la estructura en Y-Y.....	119
Tabla 38. Cortante dinámica en dirección X.....	120
Tabla 39. Cortante dinámica en dirección Y.....	121
Tabla 40. Cortante estática en dirección X.....	122
Tabla 41. Cortante estática en dirección Y.....	123
Tabla 42. Distribución de acero en viga .....	146
Tabla 43. Separación de estribos columna 35 cm x 50 cm .....	150
Tabla 44. Refuerzo horizontal para placas.....	158
Tabla 45. Refuerzo Vertical para placas .....	159

## Índice de figuras

Figura 1. Perfil Longitudinal .....	23
Figura 2. Nivelación Estación- trípode .....	25
Figura 3. Curvas de nivel .....	25
Figura 4. Excavación a 2.00 m.....	27
Figura 5. Excavación a 3.00 m.....	27
Figura 6. Perfil Estratigráfico.....	32
Figura 7. Inicio de la excavación .....	34
Figura 8. Uso del Penetrómetro .....	35
Figura 9. Ubicación del Proyecto .....	37
Figura 10. Modelo matemático de la estructura .....	40
Figura 11. Detalle de Losa aligerada .....	41
Figura 12. Detalle de Losa maciza .....	41
Figura 13. Detalle de Vigas.....	43
Figura 14. Detalle de columnas .....	48
Figura 15. Posicionamiento de las columnas .....	49
Figura 16. Posicionamiento de las columnas .....	50
Figura 17. Zonas sísmicas del Perú.....	51
Figura 18. Estructuración de la edificación.....	55
Figura 19. Posicionamiento de placas .....	61
Figura 20. Ingreso al programa SAP 2000 .....	68
Figura 21. Ajuste de unidades .....	68
Figura 22. Ventana de estructuras .....	69
Figura 23. Estructura en 3D .....	69
Figura 24. Descripción de la edificación.....	70
Figura 25. Dimensiones por tramo .....	70

Figura 26. Vista en planta dimensionada .....	71
Figura 27. Apoyos Fijos de la estructura .....	71
Figura 28. Edificación en 3D con apoyos .....	72
Figura 29. Tipo de concreto .....	72
Figura 30. Características del concreto .....	73
Figura 31. Tipo de acero .....	73
Figura 32. Características del acero .....	74
Figura 33. Propiedades de secciones .....	74
Figura 34. Tipo de secciones .....	75
Figura 35. Características de vigas portantes .....	75
Figura 36. Características de viga chata .....	76
Figura 37. Reforzamiento de las vigas .....	76
Figura 38. Características de la columna central .....	77
Figura 39. Características de la columna excéntrica .....	77
Figura 40. Reforzamiento de las columnas .....	78
Figura 41. Asignación de secciones .....	78
Figura 42. Comando extrude .....	79
Figura 43. Nuevas áreas de secciones .....	79
Figura 44. Creación de losa aligerada en 1 dirección .....	80
Figura 45. Creación de losa aligerada en 2 direcciones .....	80
Figura 46. Creación de losa maciza .....	81
Figura 47. Estructura en planta de la losa .....	81
Figura 48. Sección de la placa .....	82
Figura 49. Creación de la placa .....	82
Figura 50. Parámetros para sección de placa .....	83
Figura 51. Punto de inicio para colocar las placas .....	83
Figura 52. Comando dibujo de área rectangular .....	84

Figura 53. División de vigas .....	84
Figura 54. Carga muerta y viva .....	85
Figura 55. Factor de escala de cargas .....	85
Figura 56. Factor de brazo rígido .....	86
Figura 57. Comando distribución de cargas .....	87
Figura 58. Carga de parapeto .....	87
Figura 59. Asignación de carga muerta de entresijos .....	88
Figura 60. Carga viva en los niveles .....	88
Figura 61. Carga viva de la azotea .....	89
Figura 62. Comando asignar áreas .....	89
Figura 63. Distribución de cargas .....	90
Figura 64. Asignación del centro de masa .....	91
Figura 65. Replicación de centro de masa del 1-8 nivel .....	92
Figura 66. Nuevo grupo de centro de masas .....	92
Figura 67. Propiedades básicas para el centro de masa .....	93
Figura 68. Diafragma para el primer nivel .....	93
Figura 69. Restricciones para el centro de masa .....	94
Figura 70. Analizar la estructura .....	95
Figura 71. Configuración para el análisis .....	95
Figura 72. Modelación final de la estructura .....	96
Figura 73. Combinaciones de carga .....	96
Figura 74. Fuerzas axiales por envolvente .....	97
Figura 75. Fuerzas cortantes por envolvente .....	97
Figura 76. Momentos por envolvente .....	98
Figura 77. Exportación al Safe .....	99
Figura 78. Estructura en planta - Safe .....	99
Figura 79. Definiciones básicas .....	100

Figura 80. Material de concreto $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .....	100
Figura 81. Material de acero $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ .....	101
Figura 82. Características de la platea de cimentación .....	101
Figura 83. Características de la zona rígida .....	102
Figura 84. Creación de viga de cimentación .....	102
Figura 85. Acero de refuerzo de la platea .....	103
Figura 86. Coeficiente de balasto .....	103
Figura 87. Cargas de la estructura .....	104
Figura 88. Combinación de carga $1.4 \text{ CM} + 1.7 \text{ CV}$ .....	104
Figura 89. Combinación de carga Servicio $\text{CM} + \text{CV}$ .....	105
Figura 90. Área de la cimentación.....	105
Figura 91. Asignación de la zona rígida .....	106
Figura 92. Estructura con coeficiente de balasto.....	106
Figura 93. Restricciones de la platea de cimentación .....	107
Figura 94. Vista en planta de la platea de cimentación .....	107
Figura 95. Características para el diseño.....	108
Figura 96. Análisis de la platea de cimentación .....	108
Figura 97. Verificación de carga de servicio.....	109
Figura 98. Verificación de la presión del suelo .....	109
Figura 99. Momentos en el sentido X-X .....	110
Figura 100. Momentos en el sentido Y-Y .....	110
Figura 101. Diseño de cimentación en X-X.....	111
Figura 102. Diseño de cimentación en Y-Y .....	111
Figura 103. Diagrama de momentos en la viga de cimentación .....	112
Figura 104. Diagrama de cortantes de la viga de cimentación .....	112
Figura 105. Acero de refuerzo longitudinal – viga de cimentación .....	113
Figura 106. Representación de derivas en X-X.....	119

Figura 107. Representación de derivas en Y-Y.....	120
Figura 108. Espectro en el sentido X-X.....	125
Figura 109. Espectro en el sentido Y-Y.....	125
Figura 110. Diagrama de iteración en el sentido X, C. 35 cm x 50 cm .....	147
Figura 111. Diagrama de iteración en el sentido Y, C. 35 cm x 50 cm .....	148
Figura 112. Estribos de columnas 35 cm x 50 cm.....	148
Figura 113. Requerimientos en estribo de columnas .....	150
Figura 114. Diagrama de iteración en el sentido X, C. 35 cm x 30 cm .....	152
Figura 115. Diagrama de iteración en el sentido Y, C. 35 cm x 30 cm .....	152
Figura 116. Estribos de columnas 35x30 cm .....	153

## Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo principal realizar el diseño estructural de una edificación multifamiliar de 8 niveles empleando SAP 2000, Urbanización Covicorti y a la vez mostrar resultados logrados por los estudios realizados. El diseño de investigación utilizado fue el no experimental, Transversal Descriptivo Simple. La población del proyecto fue un área de 5480 m<sup>2</sup> y la muestra se tomó el área del lote 1, la cual posee un área de 202 m<sup>2</sup>. Se tuvo como instrumento la ficha de observación con respecto al formato del Laboratorio de suelos INGEOMA.

Los resultados obtenidos muestran un suelo limoso (SM) y arenoso (SP), la capacidad portante del terreno fue de 1.95 kg/cm<sup>2</sup>, el sistema estructural que se uso fue de muros estructurales, con una losa de 20 cm y 15 cm, la sección de viga de 25 cm x 40 cm, las columnas de 35 cm x 50 cm y placas de espesor de 25 cm. Además de ello la platea de cimentación se efectuó con el software Safe. Para llevar a cabo el análisis sísmico y dinámico se empleó el programa SAP 2000, se consideraron las restricciones de la norma E.030 del Reglamento Nacional de Edificaciones, con el fin de que las derivas sean inferiores a 0.007. El diseño de concreto armado se efectuó basado en la Norma E.060 del R.N.E. Finalizando se determinó el diseño estructural de los elementos estructurales.

**Palabras clave:** Diseño estructural, Análisis sísmico, Concreto armado.



## Abstract

The main objective of this research was carried out the structural design of multi-family building with eight floors using SAP 2000, Urbanization Covicorti; and at the time show the results achieved by the studies carried out. The research design used was the non-experimental, simple descriptive cross-sectional. The project population was of an area of 5,480 m<sup>2</sup> and the sample of the area of lot 1, which has an area of 202 m<sup>2</sup>. The observation sheet was used as an instrument with respect to the INGEOMA Soil Laboratory format.

The selected results in a soil slimy (SM) and sandy (SP) soil, with a ground bearing capacity of 1.95 kg / cm<sup>2</sup>, at land the structural system used for structural walls, with a flags lone of 20 cm and 15 cm, girder section of 25 cm x 40 cm, columns of 35 cm x 50 cm and 25 cm thick plates. In addition, the foundation plate was made with software Safe. To carry out the seismic and dynamic analysis, the SAP 2000 program was used, considering the restrictions of standard E.030 of the National Building Regulations, the end of the derivatives being less than 0.007. The design of reinforced concrete was made based on Norm E 060 of RNE. Finally, the structural design of the structural elements was determined.

**Keywords.** Structural Design, Seismic Analysis, Reinforced Concrete.

## Anexo 13

### Declaratoria de autenticidad del asesor

#### Declaratoria de Autenticidad del Asesor

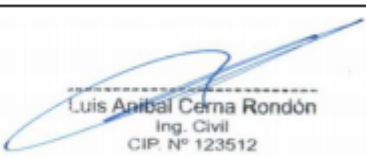
Yo, Cerna Rondón, Luis Aníbal, docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo Trujillo, asesor de la Tesis titulada:

"Diseño estructural de una edificación multifamiliar de 8 niveles empleando SAP 2000, Urbanización Covicorti- Trujillo, 2020", de los autores Cubas Frías, Néstor Alberto y Rodríguez Castillo, Jorge Alonso, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 21% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Trujillo,

Apellidos y Nombres del Asesor: Cerna Rondón, Luis Aníbal	
DNI: 18200275	Firma  Luis Aníbal Cerna Rondón Ing. Civil CIP: N° 123512
ORCID: 0000-0001-7643-7848	